

(TRANSLATION)

Mailing No. 087867

Mailing Date March 26, 2002

Notification of Reasons for Refusal

Patent Application No.	11-550303
Date of Draft	March 15, 2002
Patent Office Examiner	WAKIOKA Tsuyoshi 2955 5H00
Representative for Patent Application	Mr. USHIKU Kenji (and one other)
Applied Patent Law Article	§ 29 (2)

This application is to be refused for the following reasons. You are invited to file your observations within sixty days from the mailing date of this notification.

Reasons

For the invention as defined in claims noted below, a patent shall not be granted according to the provision under Patent Law Article 29 (2), since the invention could easily have been made, prior to the filing of the patent application, by a person with ordinary skill in the art to which the invention pertains, on the basis of an invention or inventions described in the cited reference(s) noted below which were distributed in Japan or elsewhere prior to the filing of the patent application.

Note

Claims: 1 - 42

List of publications

1. JP-A-63-19087

Remarks:

Publication 1 discloses technology for calculating a tangent direction on a contour line which sections different brightness (corresponding to "the direction of the level gradient" of the present application), calculating a straight line perpendicular to the tangent (corresponding to "producing a line segment in a direction corresponding to the direction of the level gradient" of the present application), and executing inspections of a center position, circularity, a radius and so on.

Mailing No. 087867

Further, although such limitations are provided as setting of a range of an image input, display control of a subject image, and whether the line segment is represented binary or in gray scale, each and every limitations are such matters that an ordinary skilled person can properly makes and special effects cannot be recognized, so that inventions defined in claims 1 - 42 could easily have been made on the basis of the inventions described in Publication 1.

In a case where a reason for refusal is newly found, the reason will be notified.

Record of Prior Art Document Search Result

· Field of Search	IPC 7th edition	G06T7/00
	DB name	JICST
· Prior Art Document		
JP-A-7-210687		

This Record of Prior Art Document Search Result does not constitute reasons for refusal.

期 限

14 年 5 月 25 日

発送番号 087867

発送日 平成14年 3月26日 1 / 2

拒絶理由通知書

特許出願の番号	平成11年 特許願 第550303号
起案日	平成14年 3月15日
特許庁審査官	脇岡 剛 2955 5H00
特許出願人代理人	牛久 健司 (外 1名) 様
適用条文	第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出して下さい。

理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記

請求項：1-42

刊行物一覧：

1. 特開昭63-19087号公報

備考：

刊行物1には、異なる明るさとなる輪郭線上の接線方向を算出し（本願の「レベル勾配の方向」に相当する）、その接線と直交する直線を算出し（本願の「レベル勾配の方向」に対応する方向に線分を生成することに相当する）、中心位置の検査や真円度、半径検査などを行う技術が記載されている。

また、画像入力範囲の設定、対象画像の表示制御、線分を2値とするか、グレイスケールとするかなどの限定されているが、いずれも当業者が適宜なし得る程度のことにすぎず、また、特段の効果も認められないから請求項1-42に係る発明は刊行物1に記載された発明から容易になし得ることである。



拒絶の理由が新たに発見された場合には拒絶の理由が通知される。

先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野 IPC第7版 G06T7/00
 DB名 JICST
- ・先行技術文献
 特開平7-210687号公報

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-19087

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 昭和63年(1988)1月26日

G 06 F 15/70

3 6 5

8419-5B

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑰ 発明の名称 円および円弧の中心点検出方法

⑱ 特 願 昭61-162040

⑲ 出 願 昭61(1986)7月11日

⑳ 発 明 者 堀 井 良 和 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

㉑ 発 明 者 益 子 和 也 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

㉒ 出 願 人 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

㉓ 代 理 人 弁理士 八田 幹雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

円および円弧の中心点検出方法

2. 特許請求の範囲

背景に対して異なる明るさとなる円形輪郭線を有する被検出体を画像メモリに記憶し、当該画像メモリに記憶されている当該被検出体における輪郭線上の一点を通る接線を算出し、当該接線と直交し、かつ当該一点を通る直線を算出し、当該直線上の当該背景に比して明方向又は暗方向のどちらか一方に当該一点から指定半径だけ離れた中心候補点を算出し、前記中心候補点の算出を、当該輪郭線上の全周について行うことによって得られた点の集合領域を記憶して中心候補点領域とし、当該中心候補点領域における点の最密集点を指定半径の円中心とする円および円弧の中心点検出方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は円および円弧の中心点を検出する方法

に関し、特に、産業用ロボット等に設けられたカメラから、少なくとも1以上の円形又は円弧形の輪郭を持つ被加工物の画像を入力し、その画像を処理し、それらの円又は円弧の中心点を検出する方法に関する。

(従来の技術)

近年、コンピュータの驚異的な発展に伴って、産業用ロボットにカメラを接続し、人間と同様の視覚を与えることによって、被加工物の形状や位置等を計測させ、柔軟性のある加工作業を可能とした、いわゆる人工知能を有する産業用ロボットの開発が盛んに行なわれている。

ところで、産業用ロボットに接続されたカメラから入力した視覚画像の情報処理方法としては、現在では、2値画像処理が実用的な視覚システムで最も広く用いられている。

前記した2値画像処理とは、以下に記すような処理を示す。

第9図(a)のようにカメラ1によって被加工物2を写し、この画像をコンピュータに入力し、

この画像を $M \times N$ 個の画素に分解して前記画像の濃度値と、その濃度値に対する画素3の数のヒストグラムを求める。

前記コンピュータで計算したヒストグラムの結果は、第9図(d)に示すようになり、背景に相当する山と被加工物2に相当する山とが現われる。この2つの山の間の谷の所の濃度値を閾値 t とし、画像処理の基準濃度とする。

そして、各画素毎に閾値 t よりも濃度が大きい小さいかを判別し、大きければ、画素3に対応するメモリを1に小さければメモリを0にセットする。

すなわち、2値画像処理とは、被加工物の各画素毎の濃度値が閾値 t よりも大きい小さいかによって、各画素に対応したメモリを1か0にセットする画像処理方法である。

以上に説明したような2値画像処理を用いて、被加工物2の円の中心点を検出するには、次のような方法によって行なっていた。

第9図(a)に示すように、カメラ1によって

- 3 -

被加工物とその背景のコントラストが良好であること、かつ、この被加工物をカメラで写し出す場合における照明条件ができるだけ一定であること等厳しい必要限定条件があった。

例えば、第10図(a)に示すような面取り加工のされた中空円筒形状の被加工物4の円の中心点を検出する場合を考える。

被加工物4をカメラ1で写すと、同図(b)のような画像がコンピュータに入力される。そしてこのような画像では、被加工物4の中空部分の濃度値が大きいために、比較的コントラストが悪く、その濃度値と画素数とのヒストグラムは、第10図(d)に示すようになり、はっきりとした閾値 t' が設定しにくくなる。また、同時に複数の被加工物4をコンピュータに入力した場合には、さらに、この閾値 t' の設定が困難になる。

このように、コントラストの悪い被加工物4を2値画像処理すると、照明条件の影響を受け易いために、コンピュータは、照明条件の変化等により、第10図(c)に示すような画像を計算結果

- 5 -

被加工物2を写し、その画像を、大きさ $M \times N$ 画素のデジタル画像を有するコンピュータに入力する。このようにして入力された画像は、同図(b)のように示される。

次に、前記デジタル画像の画素3毎の濃度値と前記閾値 t を比較し、デジタル画像を作成する。その計算結果は同図(c)のように表わされる。

そして同図(c)で示される図形の断面一次モーメント $S(x, y)$ 、前記図形の面積(斜線部分の画素数) A 、さらに前記図形の周囲長等を求め、指定された半径を持つ円と思われる被加工物を判別し、 $S(x, y)/A$ を計算することにより、前記図形の重心、つまり被加工物2の円の中心点に相当する画素の座標を求めるようになってい

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような従来の円の中心点検出方法にあっては、被加工物とその背景のコントラストを利用した2値画像処理によって行なっていたために、正確な円の中心点を検出するには、

- 4 -

として出力してしまうことも考えられ、このような場合には、被加工物4の円の中心点を誤って検出することになる。そして、同時に複数の被加工物4をコンピュータに入力した場合には、前記したような中心点の誤検出の可能性はさらに大きくなる。

従って、円形の輪郭を持つ部分の内部の明るさが均一でない被加工物を、画像としてコンピュータに入力したり、この被加工物の周囲の照明条件が変化したりすると、コンピュータで間違った処理がされる可能性があり、その被加工物の中心点の検出に誤差を生じるという問題点があった。

本発明は上記のような問題点に鑑みてなされたものであり、被加工物の濃淡画像又は輪郭線画像を算出することにより、被加工物のコントラストの良否及びコンピュータに同時に入力する被加工物の数量にかかわらず、被加工物に存在する被検出体の指定された半径の円又は円弧の中心点を、誤差を生ずることなく検出しようようにすることを目的とする。

- 6 -

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するために、本発明では、背景に対して異なる明るさとなる円形輪郭線を有する被検出体を画像メモリに記憶し、当該画像メモリに記憶されている当該被検出体における輪郭線上の一点を通る接線を算出し、当該接線と直交し、かつ当該一点を通る直線を算出し、当該直線上の当該背景に比して明方向又は暗方向のどちらか一方に当該一点から指定半径だけ離れた中心候補点を算出し、前記中心候補点の算出を、当該輪郭線上の全周について行うことによって得られた点の集合領域を記憶して中心候補点領域とし、当該中心候補点領域における点の最密集点を指定半径の円中心とすることを特徴とする。

(作用)

以上のような方法によれば、被検出体における円および円弧の中心点は、中心候補点の算出の結果得られた点の集合領域内における最密集点に基づいて算出されることになるので、コントラストの良否に拘らず円および円弧の中心点を検出する

- 7 -

こと、画像メモリ10に記憶されている前記被加工物の輪郭に関するデータから、その輪郭の線上における接線の傾き及び明方向、暗方向を算出する傾き算出部11と、画像メモリ8、半径入力部5及び明暗データ6等の入力データにより、前記被加工物の仮の中心点を算出する中心候補点算出部12と、中心候補点算出部12で計算されたデータを記憶する画像メモリ13と、画像メモリ13のデータにより、閾値を算出する閾値算出部14と、画像メモリ13及び閾値算出部14のデータにより、前記加工物の中心点を確定する中心点抽出部15と、中心点抽出部15で算出された結果を、CRTやプリンタ又は機械の制御装置に出力する出力部16とで構成されている。

次に、このように構成された装置によって、円形輪郭線を有する被加工物の中心点を算出する過程を、第3図及び第4図並びに第6図乃至第8図を参照しつつ、第2図と第5図のフローチャートに基づいて詳細に説明する。

ステップ1

- 9 -

ことができ、また、前記中心候補点は前記被検出体の円形輪郭線内部領域に必ず存在することになる(当該円形輪郭線上の任意の接点における法線上の一方のみ中心候補点を算出するようにしたため)ので、被加工物内に複数の円および円弧が存在する場合であっても、夫々の円および円弧の中心候補点は干渉することなく、常に正確な円および円弧の中心点を検出することができる。

(実施例)

以下に、本発明に係る実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。

第1図は、本発明に係る円の中心点を検出する装置のブロック図である。

図面に示すように、この装置は、被加工物を写すテレビカメラ1から送られるアナログ画像を、A/Dコンバータ7によってデジタル符号に変換し、このデジタル符号を記憶する画像メモリ8と、画像メモリ8の記憶データに基づいて、前記被加工物の輪郭を計算し、抽出する輪郭抽出部9と、輪郭抽出部9の計算結果を記憶する画像メモリ1

- 8 -

まず、プログラムがスタートすると、テレビカメラ1から円形輪郭線を含んだ被加工物の映像信号が、A/Dコンバータ7に送られ、ここで前記映像信号が、各画素毎にデジタル信号に変換され、その信号が画像メモリ8の指定アドレスに順次送られる。

例えば1画面が255×240画素で構成されている画面に、テレビカメラ1から、第4図(a)に示すような円柱形状を有する被加工物の映像信号が送られると、この映像信号が、8ビットの分解能(白から黒までの濃淡度合を0~255までの256段階に分解してデジタル化できる能力。)を有するA/Dコンバータ6でデジタル化される。A/Dコンバータ6でデジタル化された各画素毎の濃度値は、画像メモリ8の各画素に対応した番地に順次送られる。

ステップ2

ステップ1で説明したように、デジタル化された各画素毎の濃度値は、RAMで構成されている画像メモリ8の所定番地に夫々格納される。この

- 10 -

画像メモリ8に記憶されている画像は、8ビットで量子化された濃淡画像である。

ステップ3

画像メモリ8からデータを取り出し、このデータを空間微分法により2次微分して、被加工物の輪郭線のみを抽出した輪郭線画像を作成する。ここで、2次微分つまり、ラプラシアンは、エッジの方向に依存しない2次の微分オペレータで、画像処理ではよく用いられる。ここでは、ラプラシアンの詳細な説明は省略する。

このラプラシアンを用いて、画像エッジを求めると、シャープなエッジの場合は、第3図(a)に示すようなラプラシアンの曲線が得られ、また、ぼけたエッジの場合には、同図(b)に示すようなラプラシアンの曲線が得られる。

つまり、ラプラシアンの曲線は、エッジの下端と上端でそれぞれ正と負のピークを生じる。従ってエッジの位置を求めるには、ラプラシアンの曲線の正負両ピーク間の中央でラプラシアンが0になる場所を探せばよい。

- 11 -

以上、ステップ3からステップ5の処理は、輪郭抽出部9で行なわれる。

ステップ6

ステップ5でノイズレスの濃淡画像を2値画像に変換処理した後の各画素毎の2値化データを、画像メモリ10の所定番地に夫々格納する。

ステップ7

テレビカメラ1の被写体である円形輪郭線を有する被加工物の有する被検出体の半径 r が、半径入力部5、つまり端末機であるキーボード等のようなデータ入力装置によって、中心候補点算出部12に入力される。

ステップ8

次のステップにおいて処理される前記被加工物の被検出体における中心候補点の領域がその被検出体内部に必ず存在させるようにする明暗データが、明暗データ入力部6、つまり端末機であるキーボード等のようなデータ入力装置によって、中心候補点算出部12に入力される。

ステップ9

- 13 -

以上のように、画像メモリ8に記憶された濃淡画像のラプラシアンを計算すると、第4図(b)に示すような輪郭線画像が得られる。

ステップ4

ステップ3で処理したラプラシアンによる輪郭線の抽出においては、雑音に弱く、エッジよりも、細い線や孤立点に強く反応するという性質を有している。従って、正確な被加工物の輪郭線を抽出するためには、画像のノイズ除去が必要となってくる。

このノイズを除去するために、本発明では、局所領域の濃度和の差分を計算するオペレータを用いて、X、Y方向のノイズを除去している。

ステップ5

ノイズが除去されて、より鮮明となった輪郭線画像の輪郭線を、濃度の最高値255に、そして背景を0に2値化する。

つまり、ノイズ除去後の輪郭線画像を、2値画像処理によって2値化し、より鮮明な輪郭線画像を作成する。

- 12 -

8ビットで量子化された濃淡画像が記憶されている画像メモリ8と、画像メモリ10に記憶されている前記被加工物の輪郭に関するデータから、傾き算出部11によって算出されたその輪郭の線上における接線の傾き及び明方向、暗方向に関するデータ、半径入力部5から入力された被加工物の半径 r のデータ、かつ、明暗データ6から入力された前記明暗データに基づいて、中心候補点算出部12で、後述する中心点検出プログラムのサブルーチンである中心候補点検出プログラムを処理することによって、前記被加工物の中心候補点群の画像を作成する。

つまり、画像メモリ10に格納されている輪郭線画像の輪郭線の画素毎に、中心候補点とみなされる

画素のX、Y座標を、明暗データ入力部6によって入力された明暗データに基づいて輪郭線上の画素の全てについて求めると、第7図に示すような画像が作成されることになる。

そして、当該画像を作成する時には、中心候補

- 14 -

点とみなされる画素の濃度値を1ずつ増加して、中心候補点群の画像とする。

ステップ10

ステップ9で作成した中心候補点群を含む輪郭線画像の画素毎のデータを画像メモリ13の所定番地に夫々格納する。

ステップ11

閾値算出部14で、予め設定されている閾値 t_1 を中心点抽出部15に入力する。

ステップ12

第7図に示す画像を格納している画像メモリ13から、画素毎のデータを取り出し、閾値算出部14から出力された閾値 t_1 と、各画素毎のデータとが比較され、閾値 t_1 よりも小さい濃度値を有する画素を濃度値0に設定する。

つまり、閾値 t_1 よりも小さい濃度値を有する画素は、消去されることになる。

ステップ13

ステップ12で処理された画像は、再び、画像メモリ13の所定番地に更新記憶する。

- 15 -

が入力されると、画素のX、Y座標 X_1 と Y_1 が0に初期化される。

ステップ22

ステップ5で2値画像処理された輪郭線画像のデータが格納されている画像メモリ10のX、Y座標位置における濃度値が、0であるかどうか判断される。この濃度値が0であれば、ステップ29が、0でなければステップ23が処理される。

ステップ23

ステップ22で、ある座標における画素の濃度値が0でなければ、第5図(b)に示すように、この座標A(X_1, Y_1)の画素は、輪郭線上にあり、画像メモリ7に格納されているデータに基づいて、当該画素の周囲8画素を、第4図(a)のように区分し、その各画素毎の濃度値を下記のようにマトリックスとして取り出すと、一般式として、

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \quad a_{22} \text{は } A(X_1, Y_1) \text{ を示す。}$$

- 17 -

ステップ14

閾値算出部14で、再び予め設定されている閾値 t_2 を中心点抽出部15に入力する。

ステップ15

ステップ12と同様に、ステップ13で画像メモリ13に格納した画像のデータを取り出し、閾値算出部14から出力された閾値 t_2 と、各画素毎のデータとが比較され、閾値 t_2 よりも小さい濃度値を有する画素を消去する。

ステップ16

ステップ15で処理された閾値 t_2 よりも大きい濃度値を有する画素の集合体の画像の中で、最も濃度値の大きい画素の座標を求め、この座標を被加工物の中心とし、出力部15にその座標を出力する。

次にステップ9で処理されるサブルーチンのプログラムについて詳述する。

ステップ20、ステップ21

ステップ9で画像メモリ8、傾き算出部11、半徑入力部5及び明暗データ入力部6からデータ

- 16 -

のように書くことができる。

そして、8画素の濃度値のX、Y方向の変化分 ΔX 、 ΔY を求めるために、前記マトリックスに、下記に示すX方向変化分算出オペレータとY方向変化分オペレータを掛け合わせる。

X方向変化分算出オペレータは、

$$\begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

Y方向変化分算出オペレータは、

$$\begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{で表わされる。}$$

この計算をsobel オペレータを用いて整理すると濃度値のX方向変化分 ΔX は、

$$\Delta X = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = -(a_{11} + 2a_{21} + a_{31}) + (a_{13} + 2a_{23} + a_{33}) \quad \dots (1)$$

- 18 -

また、濃度値のY方向変化分 ΔY は、

$$\Delta Y = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix} \\ = -(a_{11} + 2a_{12} + a_{13}) + (a_{31} + 2a_{32} + a_{33}) \quad \dots (2)$$

このようにして、輪郭線上のある画素A(X1, Y1)についてその周辺の濃度値のX, Y方向変化分 ΔX , ΔY が求められる。

ステップ24

ステップ23で求められた輪郭線上のある画素A(X1, Y1)におけるX, Y方向の濃度値の変化分 ΔX , ΔY に基づいて、当該画素における接線(第6図中Lで示される)に垂直な直線の傾き θ を求める。

当該直線の傾き θ は、(1), (2)式で算出した数値によって第6図に示すように、近似的に $\theta = \tan^{-1} \Delta Y / \Delta X$ で求めることができる。

ステップ25

ステップ23で求められた輪郭線上のある画素

- 19 -

$$Y = Y1 + r \sin \theta$$

で求めることができる。

ステップ27

ステップ26と同様に、輪郭線上のある画素AのX座標X1を通り、ステップ24で求めた傾き θ の直線上、X1よりrだけ離れた点、つまり中心候補点のX座標は、

$$X = X1 - r \cos \theta$$

で求めることができる。

また、第6図に示すように、輪郭線上のある画素AのY座標Y1を通り、ステップ24で求めた傾き θ の直線上、Y1よりrだけ離れた点、つまり中心候補点のY座標は、

$$Y = Y1 - r \sin \theta$$

で求めることができる。

ステップ28

ステップ26又はステップ27で算出された輪郭線上のある画素Aに対する中心候補点の座標X, Yに相当する画素をプロットする。当該画素のプロット時には、この画素の濃度値を、輪郭線を形

- 21 -

A(X1, Y1)におけるX, Y方向の濃度値の変化分 ΔX , ΔY に基づいて、前記したステップ7で入力した指定半径rのデータにより、被検出体における指定半径内がその背景に比して明るいかどうか判断される。この判断の結果、指定半径内が明るければステップ26に、逆に暗ければステップ27に夫々進む。

ステップ26

次に、ステップ7で入力された被加工物の半径rに基づいて、中心候補点のX座標を求める。

第6図に示すように、輪郭線上のある画素AのX座標X1を通り、ステップ24で求めた傾き θ の直線上、X1よりrだけ離れた点、つまり中心候補点のX座標は、

$$X = X1 + r \cos \theta$$

で求めることができる。

また、第6図に示すように、輪郭線上のある画素AのY座標Y1を通り、ステップ24で求めた傾き θ の直線上、Y1よりrだけ離れた点、つまり中心候補点のY座標は、

- 20 -

成する画素の濃度値よりも、1ランク、インクリメント(増加)する。

ステップ29

ステップ22において、ある座標の画素の濃度値が0であると判断された場合、又はステップ28の処理後に、画素のX座標が255になったかどうか判断される。

X座標が255ならばステップ30に、255でなければステップ31にそれぞれ進む。

ステップ30

ステップ29で画素のX座標が255であると判断されると、強制的に、画素のX座標を0に初期化する。

ステップ31

ステップ29で画素のX座標が255でないと判断されると、画素のX座標を1だけ増加する。

この式は、 $X1 = X1 + 1$ で表わせる。

そして、ステップ31が実行されると、ステップ22に戻り、前述した処理を、画素の座標(0, 0)から(255, 0)まで行なうことになる。

- 22 -

ステップ3.2

ステップ3.0の処理後に、画素のY座標が240になったかどうか判断される。

Y座標が240ならばメインルーチンのステップ1.0に、240でなければステップ3.3に進む。

ステップ3.3

ステップ3.2で画素のY座標が240でないと判断されると、画素のY座標を1だけ増加する。

これは、 $Y1 = Y1 + 1$ という式で表わされる。そして、ステップ3.3が実行されると、ステップ2.2に戻り、前述した処理を、画素の座標(0, 0)から(0, 240)まで行なうことになる。

以上説明したサブルーチンプログラムを要約すると、 255×240 の画素で構成された画面の全画素について、濃度値の0でない画素を抽出し、当該画素の座標に基づいて指定方向における中心候補点とみなされた座標の画素をプロットする。

このプロット時には、画素の濃度値を輪郭線

- 23 -

(c)に示すような画像が作成され、この画像が画像メモリ13に記憶される。そして、閾値算出部14で中心点抽出部15に入力した閾値以下の濃度値を有する画素を消去して作成されたのが(d)に示す画像である。さらに、再度閾値算出部14で中心点抽出部15に入力した閾値以下の濃度値を有する画素を消去し、残った画素の中で最も濃度値の大きい画素の座標を求める。この最終的な処理がなされた画像が(e)に示す画像である。

次に、他の実施例としては、輪郭線画像を抽出せずに、画像メモリ8に記憶されている濃淡画像のみから被加工物の中心点を検出する方法がある。

この方法は、濃淡画像の全画素について、前述した実施例に示すプログラムと同様の処理を行なうものであり、画像メモリの容量が小さい場合に有効な方法である。

また、その他の実施例としては、画像メモリ10に記憶されている輪郭線画像のみから検出する方法がある。

- 25 -

形成する画素の濃度値よりも1ランクインクリメントし、中心候補点群の画像を作成する。

なお、ステップ2.2の $V_2(X1, Y1)$ は、画像メモリ10の(X1, Y1)の座標の画素を示し、ステップ2.3の V_1 は画像メモリ8を、ステップ2.8の V_3 は画像メモリ13をそれぞれ表わしている。

さらに、第8図には、本発明の円および円弧の中心点検出方法を用いて、シリンダヘッドのシリンダの中心を求める過程が示されている。(a)に示される画像は、テレビカメラ1で写したシリンダヘッドをA/Dコンバータ7でデジタル変換し、画像メモリ8に記憶した画像である。そして、この画像は、輪郭線抽出部9によって空間微分処理され、(b)に示すように、輪郭線だけが抽出されて、この画像が画像メモリ10に記憶される。次に(a)及び(b)の画像と、半径入力部5で入力されたシリンダの半径r及び明暗データ入力部6で入力された明暗データに基づいて、中心候補点算出部12で算出された中心候補点を含む

- 24 -

この方法は、円の接線を求める際に、輪郭線の傾きから近似値的に接線の傾きを求め、その接線から中心点を求める方法である。

そして、上記した3つの実施例は、円の中心点算出についてのみ説明したが、閾値算出部14から中心点抽出部15に出力する閾値 r_2 を、円の中心点を算出する場合の閾値よりも小さい値とすることにより、円弧形状を有する円弧の中心も求めることが可能になる。

(発明の効果)

以上の説明より明らかなように、本発明では、濃淡画像と輪郭線画像を算出し、入力された指定半径及び明暗データに基づいて、円形輪郭線を有する被検出体の円中心を検出するようにしたので、前記被検出体の輪郭部とその背景のコントラストが良好でない画像、又は、同一の画像に複数の被検出体が存在する場合、においても、照明条件等の変化に影響されることがなくなり、常に正確な円又は円弧の中心点を検出することができることになる。

- 26 -

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る円および円弧の中心点を検出する装置のブロック図、第2図は、第1図に示した装置に内蔵されているコンピュータのプログラムのフローチャート、第3図は第1図に示した装置の中心候補点算出部で処理されるプログラムのフローチャート、第4図(a)、(b)は、エッジ断面をラブラシアンで処理したときの曲線を示す図、第5図及び第6図は中心候補点を算出する場合の説明図、第7図は中心候補点算出後の画像を示す図、第8図は本発明の中心点検出方法によって、実際の画像が処理される過程を示す説明図、第9図及び第10図は従来の2値画像処理によって中心を算出する場合の説明図である。

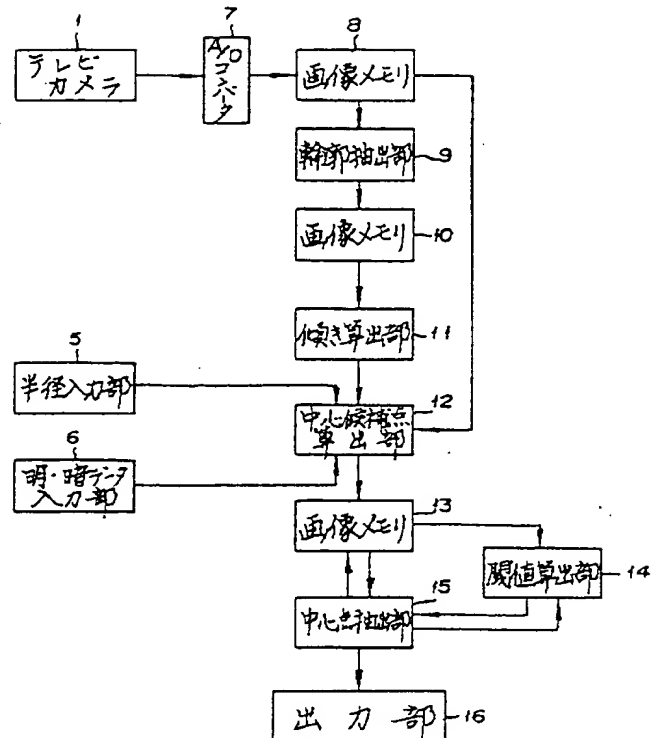
1…テレビカメラ、2…被加工物、
3…画像系。

特許出願人 日産自動車株式会社

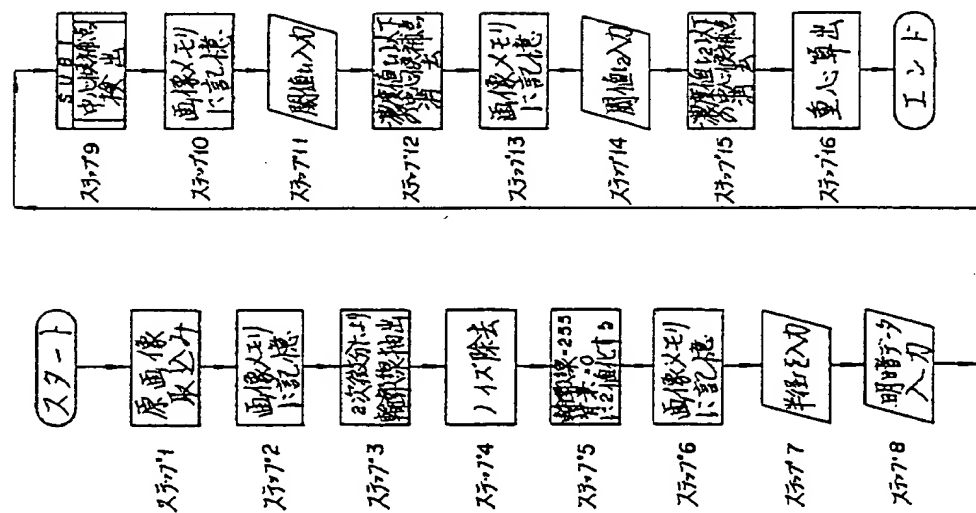
代理人 弁理士 八田 幹 雄(ほか2名)

- 27 -

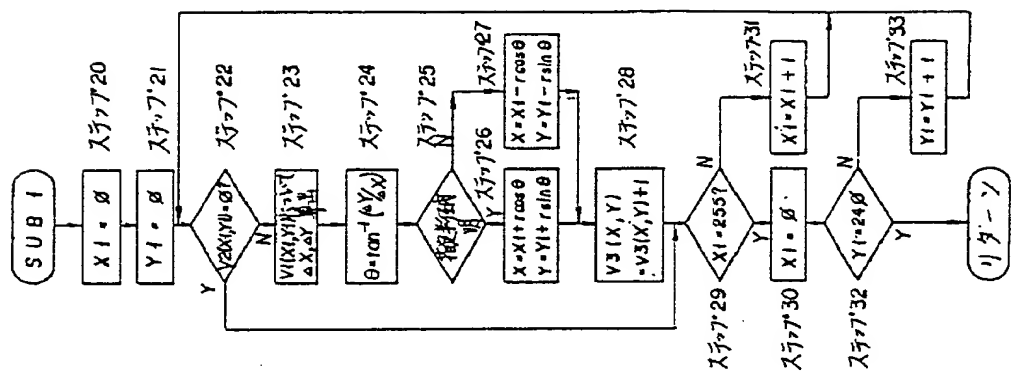
第1図



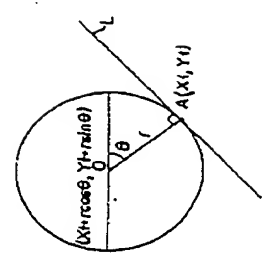
第2図



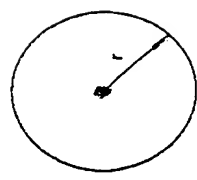
第 5 図



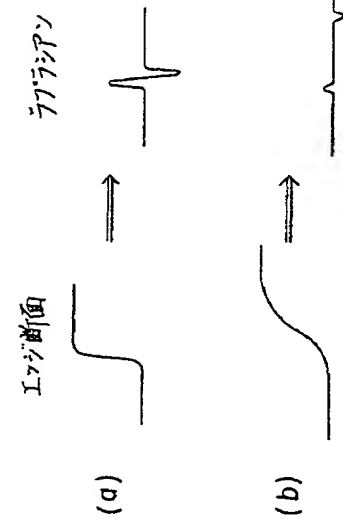
第 6 図



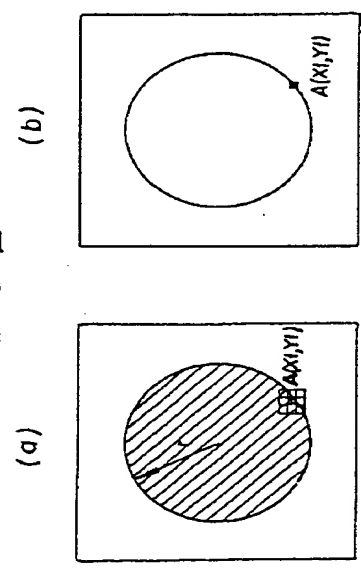
第 7 図



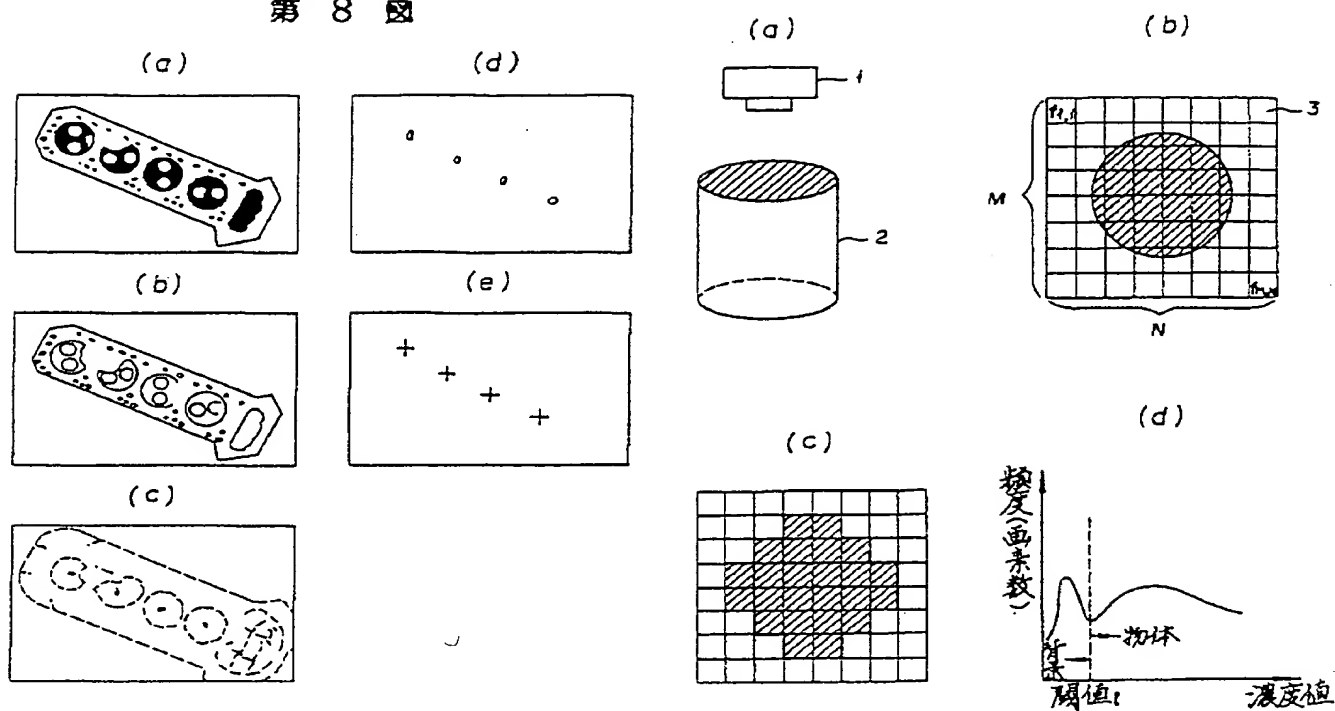
第 3 図



第 4 図



第 9 圖



第 10 圖

